



## Teaching Guide

Identifying Data					2016/17
Subject (*)	Transmisión de calor		Code	730G05022	
Study programme	Grao en Enxeñaría Naval e Oceánica				
Descriptors					
Cycle	Period	Year	Type	Credits	
Graduate	1st four-month period	Third	Obligatoria	4.5	
Language	Spanish				
Teaching method	Face-to-face				
Prerequisites					
Department	Construcións Navais Enxeñaría Naval e Oceánica				
Coordinador	Arce Ceinos, Alberto	E-mail	alberto.arce@udc.es		
Lecturers	Arce Ceinos, Alberto Fernandez Feal, Maria Luisa Lema Rodríguez, Marcos	E-mail	alberto.arce@udc.es luisa.fféal@udc.es marcos.lemma@udc.es		
Web					
General description	<p>Aportar ao alumno os fundamentos da transmisión de calor e introducirlo no equipo básico implicado nesta operación. Asentar e completar os coñecementos do alumno sobre conducción e convección de calor, incorporar o estudo da radiación como mecanismo de transporte.</p> <p>Estudiar os fundamentos da transmisión de calor en fluxo externo e interno de fluidos para a súa posterior aplicación a operacións basadas na mecánica de fluidos.</p> <p>Dar unha visión global dos equipos de intercambio de calor de uso industrial, e capacitar ao alumno para realizar o deseño de algúns equipos sinxelos.</p>				

## Study programme competences / results

Code	Study programme competences / results
A14	Knowledge of the applied thermodynamics and of the transmission of the heat.
B1	That the students proved to have and to understand knowledge in an area of study what part of the base of the secondary education, and itself tends to find to a level that, although it leans in advanced text books, it includes also some aspects that knowledge implicates proceeding from the vanguard of its field of study
B2	That the students know how to apply its knowledge to its work or vocation in a professional way and possess the competences that tend to prove itself by the elaboration and defense of arguments and the resolution of problems in its area of study
B3	That the students have the ability to bring together and to interpret relevant data (normally in its area of study) to emit judgments that include a reflection on relevant subjects of social, scientific or ethical kind
B4	That the students can transmit information, ideas, problems and solutions to a public as much specialized as not specialized
B5	That the students developed those skills of learning necessary to start subsequent studies with a high degree of autonomy
B6	Be able to carrying out a critical analysis, evaluation and synthesis of new and complex ideas.
C1	Using the basic tools of the technologies of the information and the communications (TIC) necessary for the exercise of its profession and for the learning throughout its life.
C2	Coming across for the exercise of a, cultivated open citizenship, awkward, democratic and supportive criticism, capable of analyzing the reality, diagnosing problems, formulating and implanting solutions based on the knowledge and orientated to the common good.
C3	Understanding the importance of the enterprising culture and knowing the means within reach of the enterprising people.
C4	Recognizing critically the knowledge, the technology and the available information to solve the problems that they must face.
C5	Assuming the importance of the learning as professional and as citizen throughout the life.
C6	Recognizing the importance that has the research, the innovation and the technological development in the socioeconomic and cultural advance of the society.

## Learning outcomes



Learning outcomes	Study programme competences / results		
<p>Proporcionar aos alumnos os conceptos básicos de transferencia de calor e presenta-lo equipo básico implicado nesta operación.</p> <p>Asentar e completar o coñecemento do alumno de conduction e convección de calor, e tamén o estudo da radiación como un mecanismo de transporte.</p> <p>Estudar os conceptos básicos de transferencia de calor de fluxo externo e interno de fluídos para a súa posterior aplicación con base en operacións de mecánica de fluídos.</p> <p>Dar unha visión xeral do equipo de intercambio de calor para uso industrial, e capacitar os alumnos a realizar o proxecto de algúns equipos simple.</p>	A14	B1 B2 B3 B4 B5 B6	C1 C2 C3 C4 C5 C6
<p>Utilización das fontes de coñecementos de transmisión de calor e a súa importancia en procesos industriais máis usuais, e desenvolvemento dunha capacidade de traballo autónomo a partir das mesmas.</p> <p>Utilización da informática, programas de texto e follas de cálculo (Microsoft Excel e EES).</p> <p>Utilización do principal idioma na utilización de fontes, o inglés.</p> <p>Desenvolvemento da capacidade de abstracción e modelización, coa utilización de equipos de transmisión de calor na representación e apreciación da realidade dos procesos industriais que envolvan transmisión de calor.</p> <p>Fomentar el trabajo individual y en grupo de los alumnos.</p>	A14	B1 B2 B3 B4 B5 B6	C1 C2 C3 C4 C5 C6

Contents	
Topic	Sub-topic
1. Introducción á transmisión de calor	Historia Aplicacións Fundamentos Leis constitutivas ou fenomenolóxicas Conducción de calor Convección de calor Radiación térmica Condicións de contorno na superficie dun sólido Problemas
2. Conducción de calor estacionaria unidimensional	Ecuación xeral de conducción de calor Parede plana Resistencia térmica de contacto Conducción con xeración interna Problemas en coordenadas cilíndricas Problemas en coordenadas esféricas Aletas Ecuación xeral de aletas unidimensionais Aletas de sección transversal constante Transferencia de calor pola aleta Eficiencia de aleta Lonxitude corrixida Eficiencia global dunha superficie aleteada Problemas



3. Conducción de calor estacionaria en dúas e tres dimensións	Introducción Métodos analíticos Métodos gráficos Métodos numéricos Resolución de sistemas de ecuacións alxebraicas: Método de inversión de matrices. Método Iterativo de Gauss-Siedel. Método de Relaxación Problemas
4. Conducción de calor non estacionaria	Análise simplificada O sólido semi-infinito Contacto entre dous sólidos semi-infinitos Conducción transitoria unidimensional Problemas
5. Convección en fluxo exterior	Capa Límite Ecuacións integrais en la capa límite?placa plana Método Integral-placa plana Capa límite hidrodinámica Capa límite térmica Analogía de Colburn Resumen das correlacións Capa límite turbulenta-placa plana Capa hidrodinámica Capa térmica Fluxo exterior a cilindros Resumo das correlacións para fluxo exterior Problemas
6. Convección en fluxo interior	Rexión de entrada Rexión de entrada térmica Fluxo laminar desenrollado Velocidade e coeficiente de rozamiento Transferencia de calor Fluxo turbulento Problemas
7. Convección con cambio de fase	Introducción Ebulición Curva de ebulición Condensación Condensación en película Condensación en gotas
8. Intercambiadores de calor	Introducción Tipos de intercambiadores Coeficiente global de transferencia de calor Diferencia media de temperaturas logarítmica Número de Unidades de Transferencia, NUT Problemas



9. Radiación térmica	<p>Introducción</p> <p>Conceptos básicos</p> <p>O corpo negro</p> <p>Superficies reais</p> <p>A ley de Kirchoff</p> <p>Transferencia de calor por radiación entre superficies-Introducción</p> <p>Álgebra dos factores de forma</p> <p>Intercambio de calor entre dúas superficies</p> <p>Envoltorios de superficies negras</p> <p>Envoltorios de ?N? superficies difusas, grises, opacas e isotérmicas</p> <p>Blindaxes de radiación</p> <p>Transferencia simultánea de calor por convección e radiación</p> <p>Transferencia de calor por radiación con medio participante</p>
10. Convección libre	<p>Introducción</p> <p>Convección libre a lo largo de una pared vertical</p> <p>Análisis integral de las capas límites</p> <p>Capa límite turbulenta</p> <p>Expresiones para otra geometrías</p> <p>Placas horizontales o inclinadas</p> <p>Cilindros horizontales</p> <p>Cilindros verticales</p> <p>Esferas</p> <p>Otras geometrías</p> <p>Superficies con aletas</p> <p>Problemas resueltos</p>
Práctica 1. Medición da temperatura	<p>Familiarización con distintos dispositivos de medida de temperatura: Termómetro de bulbo, bourdon, expansión metálica, termopar, termistor e PT100</p> <p>Medición da temperatura da mezcla auga-xeo e auga en ebulición</p>
Práctica 2. Estudio da conducción de calor	<p>Comprobación da Ley de Fourier de conducción aplicada a unha parede plana cun gradiente lineal de temperatura</p>
Práctica 3. Determinación da conductividade dun sólido	<p>Determinación da conductividade térmica de distintos materiais a partir da Ley de Fourier de conducción estacionaria aplicada a unha parede plana.</p>
Práctica 4. Convección en flujo exterior en un cilindro	<p>Estudo do desprendemento da capa límite dun fluido en circulación sobre a superficie dun cilindro observando a temperatura sobre a superficie cilíndrica</p>
Práctica 5. Estudio dun intercambiador de carcasa e tubos	<p>Estudo do coeficiente integral de transmisión de calor para diferentes condicións de operación e variación coa la diferenza de temperaturas media logarítmica</p> <p>Comparación con intercambiador de placas</p>
Práctica 6. Estudio dun intercambiador de placas	<p>Estudo do coeficiente integral de transmisión de calor para diferentes condicións de operación e variación coa diferenza de temperaturas media logarítmica</p> <p>Comparación con intercambiador de carcasa e tubos</p>

Planning				
Methodologies / tests	Competencies / Results	Teaching hours (in-person & virtual)	Student?s personal work hours	Total hours
Guest lecture / keynote speech	A14 B1 B2 B3	30	24	54
Problem solving	A14 B1 B2 B4 B5 B6 C1 C2 C3 C4 C5 C6	22	30	52
Laboratory practice	A14 B5 C6	11	30	41
ICT practicals	A14 B1	11	15	26
Personalized attention		1	0	1



(\*The information in the planning table is for guidance only and does not take into account the heterogeneity of the students.

Methodologies	
Methodologies	Description
Guest lecture / keynote speech	Clase maxistral
Problem solving	Resolución de problemas propostos
Laboratory practice	Realización de ensaios no laboratorio
ICT practicals	Resolución de problemas co software EES

Personalized attention	
Methodologies	Description
Laboratory practice ICT practicals Guest lecture / keynote speech Problem solving	Tutorías e consulta en correo electrónico

Assessment			
Methodologies	Competencies / Results	Description	Qualification
Laboratory practice	A14 B5 C6	Prácticas de laboratorio de conceptos relacionados coa asignatura	10
ICT practicals	A14 B1	Solución de problemas utilizando o software EES	10
Guest lecture / keynote speech	A14 B1 B2 B3	Exposición da materia	24
Problem solving	A14 B1 B2 B4 B5 B6 C1 C2 C3 C4 C5 C6	Solución de problemas propostos polo profesor	56
Others			

Assessment comments

Sources of information	
<b>Basic</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mills, A.F. (1996). Transferencia de Calor, 1ª Ed. Irwin</li> <li>- Incropera, F. P. e DeWitt, D. P., (1999). Fundamentos de Transferencia de Calor y Materia 5ª Ed. Pearson Educación</li> <li>- Sáiz Jabardo, J.M., Arce Ceinos, A., Lamas Galdo, M.I. (2012). Transferencia de Calor. Universidade da Coruña Apuntes da asignatura</li> </ul>
<b>Complementary</b>	

Recommendations
<b>Subjects that it is recommended to have taken before</b>
TERMODINÁMICA/730G03014
<b>Subjects that are recommended to be taken simultaneously</b>
MECÁNICA DE FLUÍDOS/730G03018
<b>Subjects that continue the syllabus</b>
Traballo Fin de Grao/730G03068
<b>Other comments</b>



(\*)The teaching guide is the document in which the URV publishes the information about all its courses. It is a public document and cannot be modified. Only in exceptional cases can it be revised by the competent agent or duly revised so that it is in line with current legislation.